

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2001-527288  
(P2001-527288A)

(43) 公表日 平成13年12月25日 (2001. 12. 25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 21/3065

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/302

テーマコード\* (参考)  
B 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-525913(P2000-525913)  
(86) (22) 出願日 平成10年12月11日 (1998. 12. 11)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年6月22日 (2000. 6. 22)  
(86) 国際出願番号 PCT/US 98/26499  
(87) 国際公開番号 WO 99/33097  
(87) 国際公開日 平成11年7月1日 (1999. 7. 1)  
(31) 優先権主張番号 08/996, 071  
(32) 優先日 平成9年12月22日 (1997. 12. 22)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP

(71) 出願人 ラム リサーチ コーポレーション  
LAM RESEARCH CORPORATION  
アメリカ合衆国, カリフォルニア 95038,  
フレモント, クッシング パークウェイ  
4650  
(72) 発明者 ブイール・ジャオ・クウィン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州95050  
サンタ・クララ, ドロレス・アベニュー,  
2298  
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

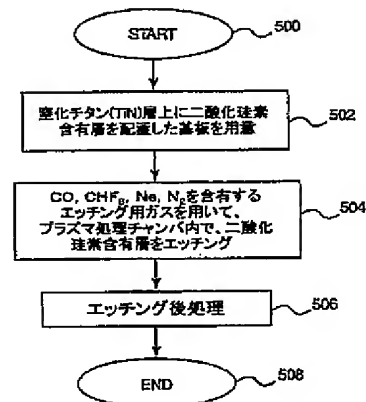
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良式の酸化層エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 窒化チタン (TiN) 層上に二酸化珪素含有層を設けた基板をエッチングする。

【解決手段】 この方法は、基板をプラズマ処理室内に位置決めする工程を含む。CO、CHF<sub>3</sub>、ネオンおよびN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスをプラズマ処理室内に流す工程もまた含まれる。さらに、プラズマ処理室内でエッチング剤ソースガスからプラズマを生成して、基板上の二酸化珪素含有層のエッチングを行なう工程が含まれる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化チタン（TiN）層の上側に二酸化珪素含有層を設けた基板を、プラズマ処理室内でエッチングする方法であって、

前記プラズマ処理室内に前記基板を位置決めする工程と、

CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスを前記プラズマ処理室内に流す工程と、

前記プラズマ処理室内で前記エッチング剤ソースガスからプラズマを生成することにより、前記二酸化珪素含有層をエッチングする工程と

を備えるエッチング方法。

【請求項2】 前記基板が半導体ウエハである請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記基板がガラスパネルである請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記二酸化珪素含有層がテトラエチルオルト珪酸塩（TEOS）層である請求項1記載の方法。

【請求項5】 前記エッチング剤ソースガスが実質的にCO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>から成る請求項1記載の方法。

【請求項6】 前記CHF<sub>3</sub>の前記COに対する流量比が約1.1ないし1.8である請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記CHF<sub>3</sub>の前記ネオンに対する流量比が約0.2ないし0.3である請求項5記載の方法。

【請求項8】 前記CHF<sub>3</sub>の前記N<sub>2</sub>に対する流量比が約1.5ないし2.0である請求項5記載の方法。

【請求項9】 前記プラズマ処理室が、接地された中空の陽極を内部に有する三極素子型プラズマ処理室である請求項5記載の方法。

【請求項10】 前記基板が集積回路（IC）を形成するための基板である請求項1記載の方法。

【請求項11】 基板上の前記窒化チタン（TiN）層の上側に設けられると共に薄い領域と厚い領域とを含む多濃度二酸化珪素含有層をプラズマ処理室内でエッチングする際に下側の窒化チタン（TiN）層への損傷を避ける方法であって、

前記多濃度二酸化珪素含有層の上側に、前記薄い領域上に第一の開口部を前記厚い領域上に第二の開口部を有するフォトリソマスクを形成する工程と、

前記フォトリソマスクを含む前記基板を前記プラズマ処理室内に配置する工程と、

CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスを前記プラズマ処理室内に流す工程と、

前記プラズマ処理室の電極に電力を供給して前記エッチング剤ソースガスからプラズマを生成することにより、前記第一の開口部と前記第二の開口部を通して前記多濃度二酸化珪素含有層のエッチングを行なう工程にして、前記多濃度二酸化珪素含有層の前記薄い領域の下側の前記窒化チタン(TiN)層に損傷を与えることなく前記厚い領域を通して前記多濃度二酸化珪素含有層が完全にエッチングされるように前記CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>の流量を調節する工程と、  
を備えるエッチング方法。

【請求項12】 前記エッチング剤ソースガスが、実質的にCO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>から成る請求項11記載の方法。

【請求項13】 前記CHF<sub>3</sub>の前記COに対する流量比が約0.4ないし0.6である請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記CHF<sub>3</sub>の前記ネオンに対する流量比が約0.1ないし0.2である請求項12記載の方法。

【請求項15】 前記CHF<sub>3</sub>の前記N<sub>2</sub>に対する流量比が0.8ないし1.4である請求項12記載の方法。

【請求項16】 前記プラズマ処理室が、接地された中空の陽極を内部に有する三極素子型プラズマ処理室である請求項12記載の方法。

【請求項17】 前記基板が半導体ウエハである請求項11記載の方法。

【請求項18】 前記二酸化珪素含有層がテトラエチルオルト珪酸塩(TEOS)である請求項11記載の方法。

【請求項19】 前記基板が集積回路(IC)を形成するための基板である請求項11記載の方法。

【請求項20】 前記基板が平面パネルディスプレイを形成するための基板

である請求項1記載の方法。

【請求項21】 集積回路の形成方法であって、

窒化チタン (TiN) 層の上側に二酸化珪素含有層を設けた半導体ウエハを用意する工程と、

前記半導体ウエハをプラズマ処理室内に位置決めする工程と、

CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>を含むエッチング剤源ガスを前記プラズマ処理室内に流す工程と、

前記プラズマ処理室の中でエッチング剤ソースガスからプラズマを生成して前記二酸化珪素含有層のエッチングを行なう工程と

を備える集積回路の形成方法。

【請求項22】 前記エッチング剤ソースガスが実質的にCO、CHF<sub>3</sub>、ネオン及びN<sub>2</sub>から成る請求項21記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路（IC）および平面ディスプレイの製造に関する。特に本発明は、半導体デバイス製造時に基板の二酸化珪素含有層をエッチングするための改良型の方法および装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体デバイスの製造において、基板（すなわち、ガラスパネルまたは半導体ウエハ）上に必要な構造を形成するために、異なる層を積層、パターン化、およびエッチングする場合がある。いくつかの半導体デバイスでは、上層の酸化珪素（シリコン）含有層をエッチングする際のエッチング止め層としてまたは反射防止膜（ARC）層として、窒化チタン（TiN）がしばしば用いられる。例えば、PETEOS（プラズマ増強テトラエチルオルト珪酸塩）、BSG（硼素ドーパント珪酸塩ガラス）、USG（非ドーパント珪酸塩ガラス）、BPSG（ホウ素リン珪酸塩ガラス）等の二酸化珪素含有層の下でTiN層を用いる場合には、TiN材料は、二酸化珪素含有層を通しての通過エッチングの際、エッチング止めになりうる。その後は、TiN材料は、続いて積層されるタングステンまたはアルミニウムプラグおよび下の金属層（例えば銅またはアルミニウム）の間の障壁または粘着材料になりうる。

## 【0003】

説明しやすいように、ある基板のいくつかの代表的な層の断面を図1に示す。本明細書における図に関しては、図示された複数の層の上、下、または間に、他の複数の層が存在する場合がある（存在可能である）ことに注意されたい。さらに、示されたすべての層が必ずしも存在する必要はなく、いくつかまたはすべてが他の異なる層に置き換えられてもよい。図1には、下層102が示されており、基板上のTiN層の下に存在する1以上の層を表している。例えば、下層102は、基板自体または、累積的に積層されTiN層104の積層の前にエッチングされた複数の層を表す。図には、TiN層104が、下層102と次に積層さ

れる二酸化珪素含有層106の間に設けられているのが示されている。図1の複数の層は、見やすいように実際の大きさでは示されてはおらず、TiN層104は二酸化珪素含有層106より、一般にずっと薄い。

#### 【0004】

いくつかの場合には、TiN層104まで完全にエッチングするのではなく、二酸化珪素含有層106とTiN層104の界面まで二酸化珪素含有層106をエッチングするのが望ましいことがしばしばある。これらの場合には、TiN層104は、エッチング止め層として機能する。すなわち、TiN層104がエッチングされる前にエッチングを止めるのが望ましい。しかし、半導体デバイス密度が時とともに増加すると、従来のエッチング技術では、下層のTiN層104に損傷を与えることなく、二酸化珪素含有層106だけを、エッチングすることは益々困難になる。最新の高密度半導体デバイスでは、TiN層は一般にかなり薄いからである。何故なら、高密度デバイスの製造にとっては、薄いTiN層ほど伝導性が高いからである。

#### 【0005】

従来の技術では、酸化層（すなわち二酸化珪素含有層）のエッチングはC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法（例えばC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>8</sub>、等）を用いて一般に行なわれた。C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法は、酸化層を速くエッチングするので、最初に選ばれた。例えば、従来のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法は、毎分約2,000オングストローム以上の速度で酸化層をエッチングするのが一般的である。残念ながら、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法は、TiNに対しては比較的低い選択性しか有していない。すなわち、従来のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法は、TiN材料もまた、相対的にかなりの速度でエッチングしてしまう。例えば、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法の「酸化物：TiN選択性」は、一般に7：1ないし10：1である（すなわち、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>は、TiN材料をエッチングするよりも、0.7ないし1.0倍速く酸化層をエッチングする）。

#### 【0006】

図2に、二酸化珪素含有層106を通して、溝108がエッチングされているのを示す。TiN層104は、エッチング止め層として意図されており、酸化物のエッチングが下層102まで進む前に酸化物のエッチングを止めなければならない。にもかかわらず、従来技術では、TiN選択性は低く、非常に薄くて半導

体デバイスを互いに接近して積層している図2のTiN層の場合、溝108の下まで完全にエッチングされてしまう。TiN層を不用意にエッチングすると、溝108の底が、次のプロセスに不具合な形状になってしまい、例えば、複数の層が非所望の配置になってしまい、製造したデバイスをだめにしてしまうことがある。さらに、溝の底にTiN障壁材がないと、製造したデバイスにおけるイオンの漏出および／または意図しない電気的特性の発現を招致しかねない。一般的には、TiN層104は、酸化物をエッチングしている間または酸化物を過エッチングしている間は、エッチングしてよい。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来の $C_xF_y$ 法の低い「酸化物：TiN選択性」は、多段階酸化物層のエッチングの間にも重大な問題を引き起こす。説明し易くするために、図3に、多段階酸化物層302を含む多段階酸化物構造300を示す。説明のために、多段階酸化物層302は、厚い領域304と薄い領域306を含む。しかし、種々の厚さの他の領域が、多段階酸化物層302内に存在しても構わない。多段階酸化物層302をTiN層104の上に設ける。これは多段階酸化物層302のエッチングの間、エッチング止めとして機能するよう意図されている。説明の一貫性を守るために、下層102もまたTiN層104の下の方に示した。

#### 【0008】

多段階酸化物層302の厚い領域304と薄い領域306に、同時に通路を作ることができる。この場合、薄い領域306は厚い領域304より薄いので、薄い領域306での通路のエッチングは厚い領域304の酸化物材料が完全にエッチングされる前に完了するであろう。もし酸化物のエッチングを、厚い領域304の通路のエッチングが完了するまで継続すれば、従来の $C_xF_y$ 法の（酸化物：TiN）選択性は低いから、薄い領域306の通路の下でのTiN材料をエッチングしてしまうかも知れない。

#### 【0009】

他方、もし薄い領域306の通路の下部のTiN材料への損傷を防ぐために酸化物エッチング工程を短縮すれば、多段階酸化物層302の厚い領域304を通

る通路は完全にはエッチングされないであろう。明らかに、従来法の低い「酸化物：TiN選択性」は、最新の高密度ICの多段階酸化物層をエッチングする際に重大な問題を引き起こす。

#### 【0010】

##### 【発明の概要】

前記の通り、半導体デバイスの製造における酸化物層を通したエッチング方法には、改良が望まれていた。この改良法は、高い「酸化物：TiN選択性」を提供し、酸化物のエッチングの際の下側のTiN層への損傷を相当少なくすることが期待される。

#### 【0011】

本発明は、一実施形態では、プラズマ処理室での基板のエッチング方法に関する。この基板は、TiN層の上に設けられた二酸化シリコン含有層を有する。この方法は、プラズマ処理室内に基板を入れる工程を含む。CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン、およびN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスをプラズマ処理室に流し込む過程も含む。さらに、プラズマ処理室内のエッチング剤ソースガスからプラズマを生成する過程も含む。

#### 【0012】

別の実施形態では、本発明は、プラズマ処理室の中で多段階二酸化珪素含有層をエッチングする間、下のTiN層への損傷を防止する方法に関する。多段階二酸化珪素含有層を基板上のTiN層の上に設ける。多段階二酸化珪素含有層には、薄い領域と厚い領域がある。この方法は、多段階二酸化珪素含有層の上に、フォトレジストマスクを形成する過程を含む。フォトレジストマスクは、薄い領域上の第一の開口部と厚い領域上の第二の開口部を有する。

#### 【0013】

さらに、この方法は、プラズマ処理室の中に、フォトレジストマスク等の基板を設ける過程を含む。プラズマ処理室の中に、CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン、およびN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスを流し込む過程も含む。また、プラズマ処理室の中の電極に、電力を供給し、エッチング剤ソースガスからプラズマを生成し、それによって第一の開口部と第二の開口部を通して、多段階二酸化珪素含有



層のエッチングを行なう過程を含む。エッチングの間、CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン、およびN<sub>2</sub>の各流量は、多段階二酸化珪素含有層を、多段階二酸化珪素含有層の薄い領域の下にTiN層に損傷を与えることなく、厚い層を通して、完全にエッチングするように構成する。

#### 【0014】

さらに、もう一つの実施形態では、本発明は、集積回路の形成法に関する。この方法は、TiN層の上に設けられた二酸化珪素含有層を有する半導体ウエハを提供する。プラズマ処理室の中で半導体ウエハを入れる工程も含む。また、プラズマ処理室の中に、CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン、およびN<sub>2</sub>を含むエッチング剤ソースガスを流し込む過程も含む。さらに、プラズマ処理室の中で、エッチング剤ソースガスからプラズマを生成し、二酸化珪素含有層のエッチングを行なう過程も含む。

#### 【0015】

本発明のこれらの、および他の特徴を、以下、さらに詳しく、本発明の詳細な説明において、以下、図面を参照しながら説明する。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を例示的且つ非限定的に添付図面に基づき説明する。図中、同一符号は、同一要素を示す。

#### 【0017】

本発明を、添付の図面で説明されたいいくつかの望ましい実施形態を挙げながら、詳細に説明する。以下の説明では、本発明の完全な理解を求めるために、多くの詳細事項が提供される。しかし、当技術に精通する者にとっては、これらの詳細事項のいくつかまたはすべてがなくても、本発明を実施できることは明かである。他の例では、公知のプロセス段階および／または構造を詳細には述べていないが、必ずしも本発明を不鮮明にするためではない。

#### 【0018】

本発明の一形態において、上記のTiN損傷問題は、酸化物層（すなわち二酸化珪素含有層）を、プラズマ処理システムで、CO、CHF<sub>3</sub>、ネオン、および

N<sub>2</sub>を含む新規な方法でエッチングすることによって、ほとんど解消される。好適な実施形態では、本発明の方法は、カリフォルニア州フレモントのラムリサーチ社から入手可能なLam 9500（商標）プラズマ処理システムのような三極素子型プラズマ処理システムで、酸化物層を通してエッチングするために使用される。しかし、本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub>法を用いる酸化物エッチング技術は、ドライエッチング、プラズマエッチング、反応性イオンエッチング、磁気増強反応性イオンエッチング、電子サイクロトロン共鳴エッチング等に適した既知のプラズマ処理装置のどれでも実施できるし、これらにも限定されない。プラズマのエネルギーが、容量結合平行電極板を通して、ECRマイクロ波プラズマ源を通して、またはヘリコン、螺旋状振動子、トランス結合源（平面状または非平面状）のような誘導結合RF源を通して送達されるかどうかに関わりなく正しいことに注意されたい。これらの処理システムは、上記のラムリサーチ社（Lam Research Corp.）他の多くの業者から容易に購入できる。

#### 【0019】

説明を容易にするために、図4に、本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub>酸化物エッチング技術を用いるのに適したプラズマ処理システムを代表して、三極素子型プラズマ処理システム402を示す。図4では、三極素子型プラズマ処理システム402は、箱体であるチャンバ404を含む。チャンバ404の中には、上部電極406と下部電極408を設ける。図4に示した実施形態において、上部電極406は、組み合わせ電極/ガス分配板機構を表し、それによって、管接続口410を通して流入するエッチング剤ソースガスは、開口412を通して、チャンバ404の中に分配される。

#### 【0020】

下部電極408の上には、基板414が配置されている。基板としては、例えば、その上にエッチングすべき酸化物層を有するガラスパネルまたは半導体ウェハが代表的なものである。上部電極406および下部電極408は、RF電源420によって電力を供給される。RF電源420は、適当なマッチングおよび/または容量的ブロッキングネットワーク（従来のものであり、説明を簡単にする

ために示していない) 経由で電極に無線周波数 (RF) 電力を提供する。一つの実施形態では、RF電源420の周波数は、約13.56 MHzである。しかし他の適当なRF周波数も使用可能である。

#### 【0021】

上部電極406と基板414の間には、接地された陽極422が設けられている。図4の実施形態では、陽極422は、接地された中空の陽極である。すなわち、その中に複数の開口または絞りを有する接地された格子である。プラズマエッチングが行なわれる間、接地された陽極422は、基板414の表面上にイオンを均一に分配することによって、基板414上のエッチングの均一性を改善するのを助ける。

#### 【0022】

酸化物エッチングの準備をするために、TiN層の上に設けられた酸化物層を有する基板414を、チャンバ404に持ち込み、下部電極408の上部に載せる。次に、本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub> エッチング剤ソースガスを管接続口410経由で流す。RF電力を上部電極406と下部電極408にかけると、上部電極406と接地された陽極422の間に遠隔プラズマ雲が形成され、接地された陽極422と基板414の間の領域内に、反応性イオンエッチング (RIE) プラズマ雲が発火し、基板414の暴露表面をエッチングする。この反応は、揮発性の副生成物を作り、それらは排気口450を通して排出される。所定の時間が経過した後、または(光学的波長モニタのような) 適当なモニタ装置が、酸化物材料がエッチングされたことを検出した時、酸化物エッチング工程が完了する。

#### 【0023】

理論的に明確になっている訳ではないが、TiN表面におけるチタニウム酸化物の生成が、本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub> を用いた酸化物エッチングにおいて、高い「酸化物: TiN選択性」に寄与していると考えられる。COがTiNと反応する時、チタニウム酸化物が生成すると考えられる。この反応に代えて、またはこの反応に加えて、CHF<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>、COF<sub>2</sub>、およびSiF<sub>4</sub>が、CF<sub>2</sub>、CF<sub>x</sub>、およびCHF<sub>x</sub> ポリマを作り出すと考えられる。生成した

ポリマのいくつか（フッ化炭素またはフッ化炭化水素と考えられる）は、酸化物をエッチングする際に、下のTiN層のエッチングを阻止する可能性がある。そのようにブロックされることで、TiNの浸食が、相当程度遅れる。あるいはまたはさらに、酸化物材料が通路の中で取り除かれ、TiN材料が反応種に曝されると、チタンが通路の側面にスパッタされ、ポリマの生成を触媒し、TiNのエッチングを阻止すると考えられる。あるいはまたはさらに、ネオンがRIE遅れに重要な役割を果たしていると考えられる（すなわち、基板の開いた領域でのエッチング速度と狭い領域でのエッチング速度が異なるのを抑制する）。N<sub>2</sub>は、ポリマの残渣を除去するのを促進すると考えられ、またRIE遅れの制御で重要な役割を果たしていると考えられる。

#### 【0024】

実施例：

一つの実施例として、上に600オングストロームの厚みのTiN層と、7,000オングストロームの厚みおよび14,000オングストロームの厚みの多段階PETEOS層を有する8インチのウェハを上記のLam6500（商標）プラズマ処理システムに置く。表1に、試料ウェハ上の酸化物層を通してエッチングする際に、酸化物の主エッチング段階で使用するおおよそのパラメータを示す。

#### 【0025】

【表1】

	適当な範囲	好適な範囲	好適な値
時間 (秒)	80 - 120	90 - 110	100
CHF <sub>3</sub> 流量 (sccm)	35 - 65	45 - 55	50
CO流量 (sccm)	25 - 45	30 - 40	35
ネオン流量 (sccm)	180 - 220	190 - 210	200
N <sub>2</sub> 流量 (sccm)	20 - 40	25 - 35	30
上部電極温度 (°C)	15 - 25	18 - 22	20
下部電極温度 (°C)	8 - 16	10 - 14	12
電力 (ワット)	400 - 700	500 - 600	550
圧力 (mTorr)	125 - 175	140 - 160	150

## 【0026】

表2に、試料ウエハ上の酸化物層を通してエッチングする間、酸化物過エッチング段階で使用する、およそのパラメータを示す。

## 【0027】

【表2】

	適当な範囲	好適な範囲	好適な値
時間 (秒)	80 - 120	90 - 110	100
CHF <sub>3</sub> 流量 (sccm)	20 - 40	25 - 35	30
CO流量 (sccm)	40 - 70	50 - 60	55
ネオン流量 (sccm)	180 - 220	190 - 210	200
N <sub>2</sub> 流量 (sccm)	20 - 40	25 - 35	30
上部電極の温度 (°C)	15 - 25	18 - 22	20
下部電極の温度 (°C)	8 - 16	10 - 14	12
電力 (ワット)	400 - 700	500 - 600	550
圧力 (mTorr)	125 - 175	140 - 160	150

## 【0028】

図5は、本発明の一つの実施形態により、TiN層の上に設けられた酸化物層

を上部に有する基板をエッチングする際の工程を示す。工程502では、TiN層の上に設けられた酸化物層を上部に有する基板が準備され、プラズマ処理室内に入れられる。工程504では、酸化物層が、本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub>ガスを用いてエッチングされる。一つの実施形態では、工程504で使用するパラメータは、表1および2に開示されるパラメータと、ほとんど同じである。しかし、開示されているパラメータは、エッチングしようとする特定の基板の大きさ、特定の酸化物層（組成および厚さの両方で）、特定のTiN層（組成および厚さの両方で）および/または特定のプラズマ処理システムの必要条件に適合させるために最適化しおよび/または変更することができる。

#### 【0029】

工程506で、基板は、従来から知られたエッチングの後処理工程に送ること。こうしてエッチングの完了した基板は、次に、ICチップを作るために型抜き機に送ったり、あるいは、平面パネルディスプレイに加工することができる。次に、得られるICチップまたは平面パネルディスプレイは、電子装置、すなわち、デジタルコンピュータのような公知の商用または消費者用の電子装置のいずれかに組み立てることができる。

#### 【0030】

本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub>酸化物エッチング法は、実施した実験では、従来のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>法に比べて、高い「酸化物：TiN選択性」という優位性を与える。走査型電子顕微鏡（SEM）像は、「酸化物：TiN選択性」が、約50：1より大きく、場合によっては約60：1を越える場合もあることを明らかにしている。これは、従来のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>ガスを用いた時に観察された典型的な7：1ないし10：1という酸化物：TiN選択性と比べると大幅な改善である。

#### 【0031】

さらに、SEM像の解析の結果、適当なエッチングプロファイル、きわどい寸法（CD）制御、RIE遅れ、フォトレジストに対する選択性、および/または残渣制御といった点で妥協することなく、高い「酸化物：TiN選択性」を達成していることが明かになった。本技術に精通する者であれば直ちに評価できるが、酸化物含有層の下にTiN層は、高い「酸化物：TiN選択性」のために、酸

化物エッチング工程において、従来より明らかに保護されている。さらに、高い「酸化物：TiN選択性」は、酸化物エッチング工程において、高度な過エッチングを可能にする点でも有効である。広範囲に過エッチングを行なう能力は、多段階酸化物層をエッチングする際に有利である。何故なら、それは、TiN材料を、薄い酸化物領域内に保持する一方、多段階酸化物層の厚い領域でも、酸化物材料を完全にエッチング可能とするからである。

### 【0032】

以上、本発明をいくつかの好適な実施形態に基づき説明してきたが、本発明の範囲内には、種々の変形、並べ替え、および等価物が存在する。本発明の方法および装置を実現する別の方法が多く存在することにも注意すべきである。従って、前記特許請求の範囲は、本発明の真の精神および範囲内にあるようなすべての変形、並べ替え、および等価物を含むものと解釈されるべきである。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

二酸化珪素含有層および下側のTiN層を含む基板の、いくつかの典型的な層の断面を示した説明図である。

#### 【図2】

図1の二酸化珪素含有層を通してエッチングされている溝を示した説明図である。

#### 【図3】

多段階酸化物層を含む多段階酸化物構造を示した説明図である。

#### 【図4】

本発明のCO/CHF<sub>3</sub>/ネオン/N<sub>2</sub>酸化物エッチング法で使用するのに適したプラズマ処理システムを代表する三極素子型プラズマ処理システムを示した説明図である。

#### 【図5】

本発明の実施形態によるTiN層上に酸化物層を設けた基板へのエッチングに含まれる工程を示した工程図である。

【図1】

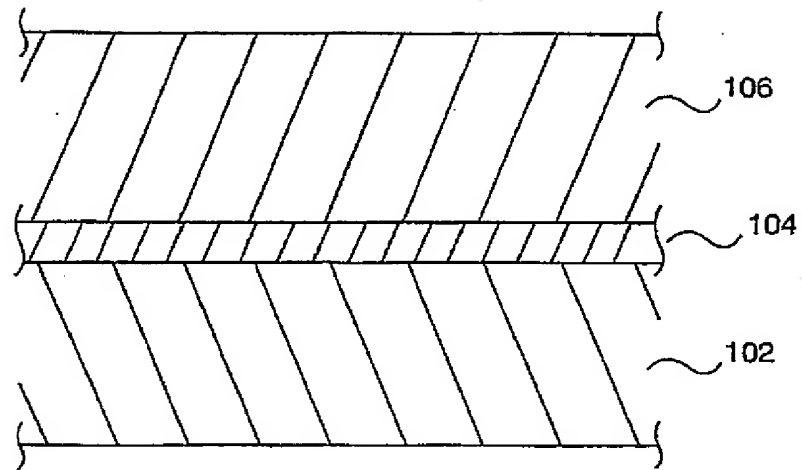


FIG. 1

【図2】

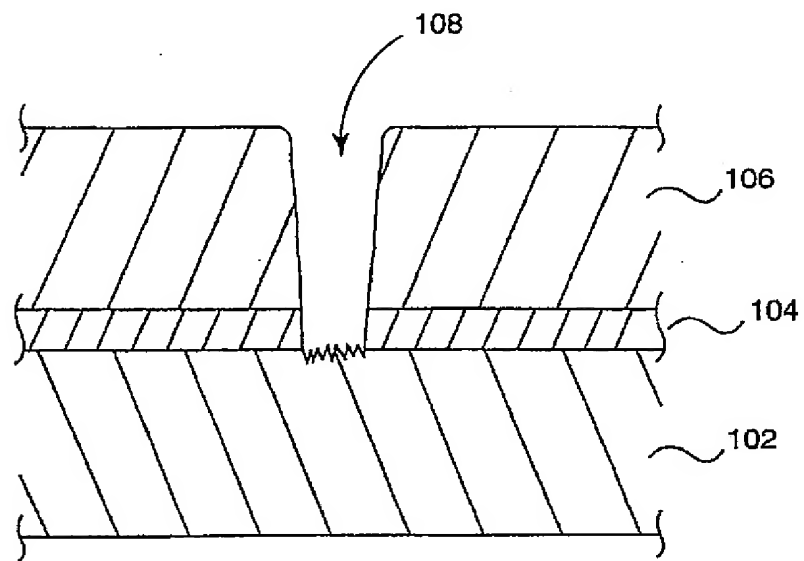


FIG. 2



【図3】

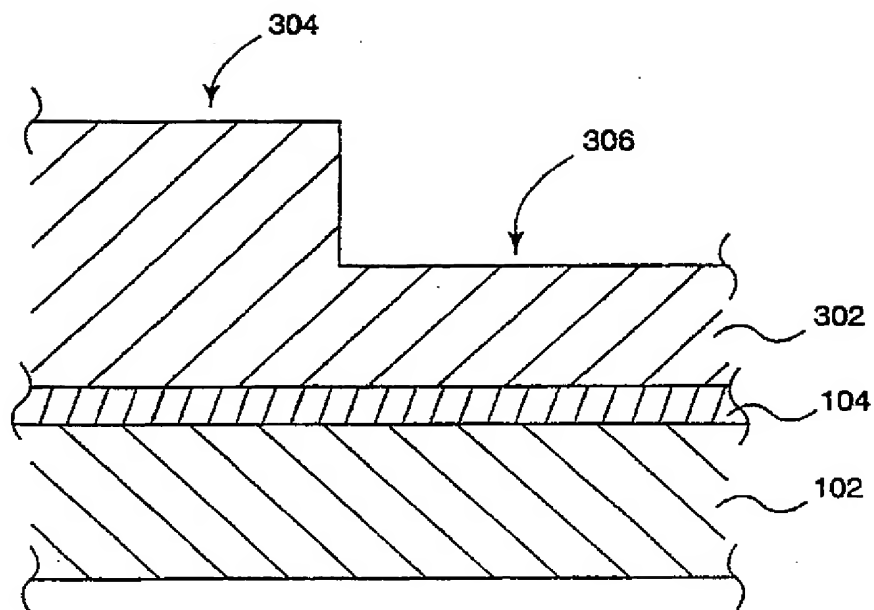


FIG. 3

【図4】

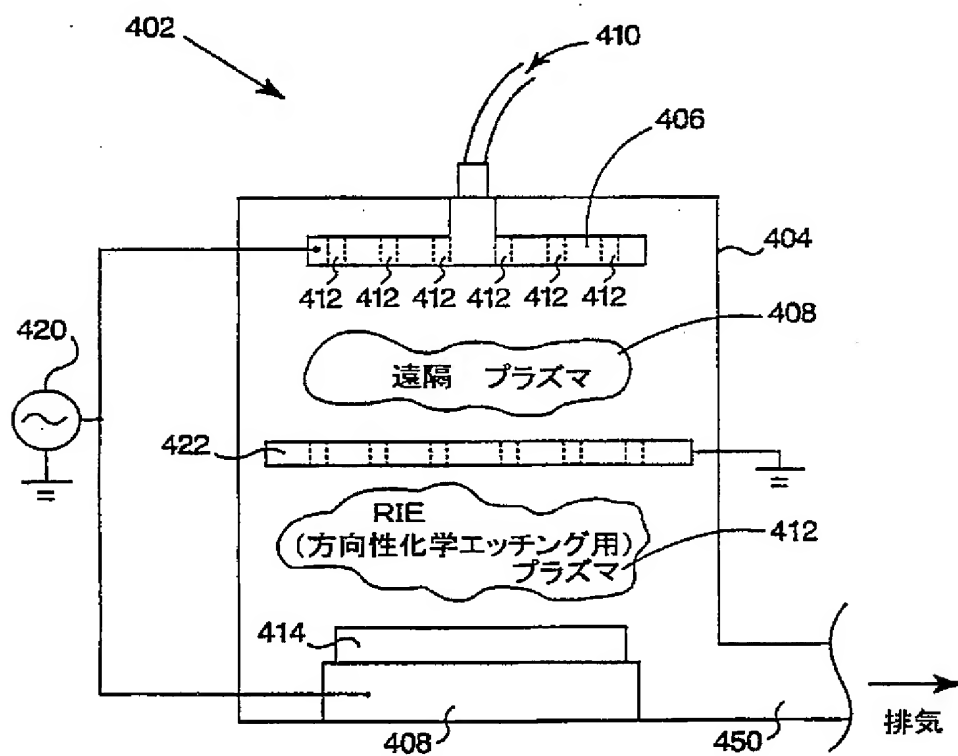


FIG. 4

【図5】

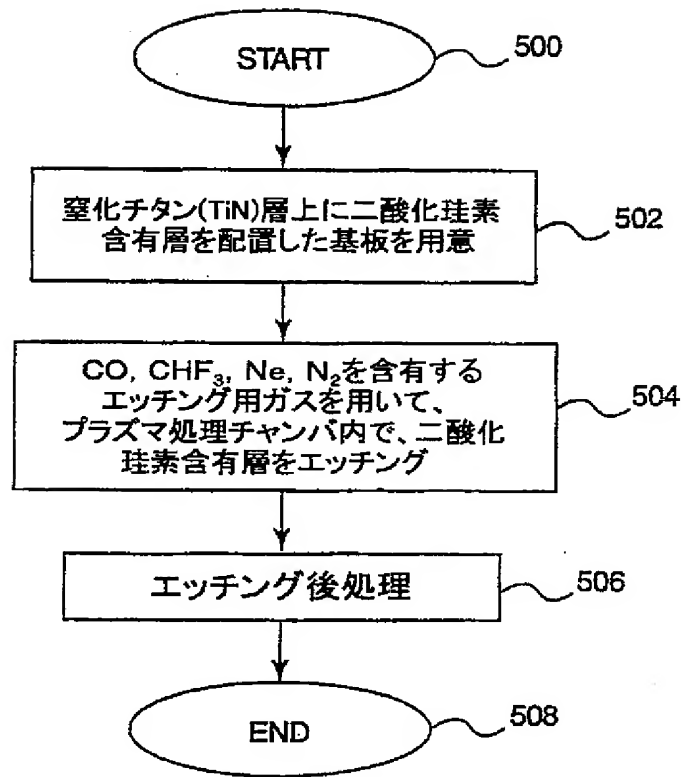


FIG. 5

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 98/26499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L21/311		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 805 485 A (APPLIED MATERIALS INC) 5 November 1997 see page 7, line 46 ~ page 10, line 15; tables 1-3	1,2,4,5, 10-12, 21,22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 010, 31 October 1997 & JP 09 167757 A (SEIKO EPSON CORP), 24 June 1997 see abstract	1,11,21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 276 (E-1372), 27 May 1993 & JP 05 013593 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 22 January 1993 see abstract	1,11,21
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 March 1999		Date of mailing of the international search report 07/04/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Te. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Königstein, C

Form PCT/ISA-210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/US 98/26499

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LI Y X ET AL: "SELECTIVE REACTIVE ION ETCHING OF SILICON NITRIDE OVER SILICON USING CHF <sub>3</sub> WITH N <sub>2</sub> ADDITION" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, vol. 13, no. 5, 1 September 1995, pages 2008-2012, XP000555606 see the whole document	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. No.

PCT/US 98/26499

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0805485 A	05-11-1997	US 5843847 A	01-12-1998
		JP 10041274 A	13-02-1998
		US 5814563 A	29-09-1998

---

フロントページの続き

(72)発明者 アリマ・ジョン・ワイ.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州94539

フリモント, カーメラタ・コート,

40482

Fターム(参考) 5F004 AA01 AA05 BA05 BB13 DA00

DA16 DA25 DB03 EA28